

# **GESTIONE DEI SERVIZI IDRICI**

**Prof. Pierluigi Martini  
Università RomaTre – Anno 2006/2007**

Schemi riassuntivi dei seguenti argomenti:

- AFFIDABILITA'
- NORMATIVE AMBIENTALI
- TARIFFE
- TIPI DI TUBAZIONI

realizzati da

**Mattia Campolese  
Ilaria Stellino**

Nota: gli schemi non coprono ovviamente tutti gli argomenti trattati nel corso, possono contenere errori e sviste, pertanto si considerino come delle linee guida nello studio della materia.

Ulteriore materiale è reperibile all'indirizzo:

<http://www.idrotecnicaitaliana.it/Pages/Chi%20siamo/sezioni/corsoitacent.htm>

# AFFIDABILITA'

Gli *incidenti* che interrompono la continuità del flusso di un sistema di approvvigionamento sono:

- *cause endogene* (difetti di costruzione, inaffidabilità impianti elettrici)
- *cause esogene naturali* (magre, alluvioni, sismi, frane)
- *cause esogene dovute all'uomo* (scarico sostanze inquinanti, lavori vicino opere, atti vandalici)

e producono dei **fuori servizio forzati** oltre ai *fuori servizio programmati* (ispezioni e manutenzioni), calcolati con funzioni aleatorie, stocastiche in base alle quali si applicano dei *provvedimenti* di tipo:

- Tattico (interventi estremi in casi di emergenza)
- Strategico (influiscono sulla concezione generale del sistema, come la riorganizzazione del sistema idrico)

Si può far riferimento alla:

## TEORIA DELL'AFFIDABILITA':

Funzioni aleatorie:

- $\lambda$  : probabilità che si verifichi un guasto
- **MTBF** : tempo medio tra due guasti successivi (  $1 / \lambda$  )
- **R** : probabilità che un elemento al tempo  $t$  non sia mai stato fuori funzione
- **MTTR** : tempo medio per riparare il guasto
- **A** : disponibilità dell'elemento
- **FOR** : probabilità di disservizio di un elemento per cause non programmate (  $\lambda$  MTTR e  $1 - A$  )

Si preferiscono i *sistemi ridondanti* (nei quali alcune funzioni sono duplicate) ai *sistemi semplici* (nei quali per far funzionare l'intero sistema occorre che funzioni ogni sottosistema).

## Il caso dei SISTEMI IDRICI:

### Differenze con i sistemi elettrici:

1. Difficoltà di rappresentare con un *numero fisso* di modelli tutti i sistemi idrici
2. Nei sistemi idrici prevalgono le cause *esogene* perchè le opere civili che li costituiscono hanno vita molto lunga
3. Ci sono maggiori incertezze per il calcolo delle variabili aleatorie, poiché sono *assenti statistiche* significative => si assume  $\lambda = \text{costante}$  nel tempo per semplicità
4. Riserve di volume => *serbatoi* che si azionano dopo qualche ora, e che per tempi prolungati potrebbero anche *non coprire* il guasto
5. I sistemi idraulici devono essere *autosufficienti*
6. I componenti idraulici sono *monodirezionali* (a meno di sollevamenti)
7. Perdita di disponibilità dovuta a fattori *inquinanti* o contaminanti
8. Nei sistemi con impianti di sollevamento l'affidabilità dipende da quella delle *reti elettriche*

### Affidabilità singole opere:

- *Opere a sviluppo lineare (tubazioni, canalizzazioni)*  
Si definisce la probabilità di guasto per unità di lunghezza (  $\lambda' = d \lambda / dx$  ), costante per lunghe condotte con caratteristiche uniformi. Ne consegue che la probabilità di incidenti di  $n$  tronchi dipende dalla somma della probabilità dei tronchi singoli. Quindi:
  - Principio dell'*anello debole* e dell'*anello forte* (prevalenza anello debole, inutilità anello forte)
  - Influenza dei *tempi di riparazione* (la "A" dipende anche dalla rapidità con cui si ripara l'opera)
  - Suddivisione in *tronchi paralleli* (invece di addurre da un solo condotto)
  - Reti: nelle aree urbane i tempi di riparazione sono maggiori a causa di ostacoli nell'intervento, quindi sono consigliabili *reti ridondanti*, sistemi magliati
- *Opere puntuali*  
Per impianti costituiti da apparecchi meccanici, l'affidabilità aumenta inserendo degli elementi di stand-by (riserve di energia elettrica). In serbatoi, captazioni e torrioni non c'è bisogno in quanto già molto affidabili.

## Affidabilità del sistema

Un sistema idrico comprende opere destinate al rifornimento idrico:

- di *base*
- di *punta*
- di *emergenza*

*distinte* o *incluse* nella stessa opera; ne consegue un elevato numero di *stati di funzionamento*, caratterizzato da una possibilità di verificarsi e da una carenza di portata disponibile.

Note le probabilità dei possibili stati di ciascun elemento del sistema, dopo aver verificato che ci siano le riserve e i collegamenti di riserva, si stima la **probabilità di disservizio**.

Da tenere presente:

1. Confrontare la *probabilità del disservizio* con la *variabilità annuale della richiesta* (devo sempre garantire un servizio minimo anche con il disservizio)
2. L'affidabilità del servizio va confrontata con il parametro  $v = V_i / V_a$ , con  $V_i$  = volume d'acqua mediamente *non distribuito* nel corso di ciascun anno a causa delle probabili interruzioni e  $V_a$  = volume d'acqua *richiesta*. Per un sistema urbano il valore è circa  $10^{-4}$  (ovvero carenza del servizio pari a 1 gg ogni 30 anni).
3. Evitare i *contemporanei fuori servizio* (prevedere opportuni impianti e sovradimensionamenti)
4. Garantire il volume di *riserva*, anche con acque di bassa qualità
5. L'*affidabilità* deve essere *omogeneamente* distribuita tra i vari elementi
6. Ridondanza ottenibile anche con pompe che *invertono* il percorso dell'acqua
7. I serbatoi di acqua potabile *non* rappresentano una riserva (bene prezioso)
8. Negli impianti di sollevamento si devono prevedere delle riserve di energia elettrica

## Ottimizzazione del sistema

Per aumentare l'affidabilità del sistema è possibile aumentare il grado di ridondanza fino ad un certo limite, che si trova con uno studio *benefici/costi*.

# NORMATIVE AMBIENTALI

EVOLUZIONE: La risorsa idrica appariva caratterizzata da un concetto di inesauribilità, non evidenziando la necessità di una sua tutela. Fu emanata nel '76 la legge Merlin che obbligava a depurare gli scarichi. Poi:

- **Legge 183/89:** Costituite le **autorità di bacino** deputate alla redazione dei *piani di bacino*, “riassuntivo degli indirizzi e coordinatore delle scelte riguardo la destinazione delle risorse ambientali e territoriali”.  
L'organizzazione dei **servizi idrici** deve avvenire all'interno di **ambiti territoriali ottimali** tramite consorzio obbligatorio dei *servizi pubblici* di acquedotto, fognatura collettamento e depurazione della cque usate.  
Il territorio nazionale è ripartito in:
  - Bacini di rilievo *nazionale* (di competenza dell' *autorità di bacino*)
  - Bacini di rilievo *interregionale e regionale* (di competenza delle *regioni*)

- **Legge GALLI 36/94:**

*Principi ispiratori:*

- 1) Tutte le acque sono *pubbliche* e costituiscono una risorsa da salvaguardare e utilizzare con criterio di *solidarietà*
- 2) Qualsiasi uso deve salvaguardare le *aspettative* e i *diritti* delle generazioni *future* a fruire di un integro patrimonio ambientale
- 3) Gli usi non devono pregiudicare il patrimonio idrico, indirizzati quindi al *risparmio* e *rinnovo* delle *risorse*
- 4) Il *consumo umano* è *prioritario* rispetto agli altri usi del medesimo corpo idrico; gli altri usi sono ammessi quando la risorsa è sufficiente e non lede la qualità per il consumo umano

Ha riordinato i servizi idrici stabilendo una netta separazione di ruoli tra l'attività di *controllo* e quella di *gestione* affidata ad una società del tipo:

- a) società a capitale misto pubblico – privato
- b) società a capitale interamente pubblico

tenendo conto che:

- i *beni strumentali* ed i *servizi* (tubi) sono e rimangono *proprietà* dei comuni dell'ATO (viene privatizzata la gestione, non l'acqua!)
- la *titolarità* delle concessioni di *derivazione* d'acqua rimangono intestate ai comuni
- i contratti devono prevedere forme di *rescissione* e *rimborso*
- la *tariffa* è determinata dai comuni che si organizzano per un controllo incisivo del rispetto della *convenzione di gestione* (compito della *segreteria tecnico/operativa*)

Costituiti gli **ambiti territoriali ottimali** per superare la frammentazione gestionale esistente con l'integrazione funzionale delle diverse attività del ciclo (il **servizio idrico integrato**, pregio maggiore; il servizio è anche la restituzione all'ambiente); ciò porta a superare la *gestione in economia* per assicurarne una *industriale*, necessita di attivare le adeguate *risorse finanziarie* definendo un sistema *tariffario* per finanziare gli *investimenti* (passaggio da vecchia visione di finanziamento pubblico ad autofinanziamento su tariffa, europeo) e organizzando un efficiente *sistema di controlli* a garanzia degli utenti.

L'**autorità d'ambito territoriale ottimale** deve predisporre il *piano d'ambito* che prevede la *ricognizione* delle opere esistenti, il *programma* degli interventi, definisce il *piano economico-finanziario* e determina la *tariffa reale media*. L'obiettivo è quello di garantire un servizio *efficacie, efficiente ed economico*.

L'**affidamento** può essere:

- *IN HOUSE*: società a capitale interamente *pubblico* ottengono affidamento diretto a patto che gli enti titolari esercitino sulle società un controllo analogo a quello sui propri servizi; non è sufficiente che il controllo venga esercitato a posteriori; si deve infatti creare una situazione di *dipendenza* della società da parte dell'ente locale che permetta di influenzarne le decisioni;
- *A SOCIETA' MISTA*: partenariato pubblico/privato nel quale il socio privato è scelto tramite *gara pubblica* e deve avere una partecipazione significativa anche se non è il socio maggioritario

La *convenzione di affidamento* prevede:

- obbligo di raggiungere l'*equilibrio economico-finanziario* della gestione
- durata affidamento max *30 anni*
- facoltà di *riscatto* da parte degli enti locali
- obbligo *restituzione* opere, impianti e canalizzazioni dei servizi in *ottimo stato*
- idonee *garanzie finanziarie ed assicurative*
- *penali* e sanzioni in caso di non adempimento

## ORGANIZZAZIONE DEL S.I.I.:

E' costituito dalle opere di captazione, adduzione, distribuzione, fognatura e depurazione delle acque.

Dell' ATO (delimitazione territoriale alla quale corrisponde un unico gestore) i sindaci dei comuni – titolari del S.I.I. - che ne fanno parte si uniscono in conferenza per prendere decisioni in merito all'operatore effettivo del S.I.I. sul territorio (ex: Acea). Il garante del S.I.I. (ex. regione) vigila il rispetto della *carta dei servizi*, parte integrante della convenzione di gestione.

*START-UP*: avvio del S.I.I. graduale, da centro all'esterno per essere più gestibile pur essendo faticoso (macchia di Leopardo). Le resistenze all'avvio infatti sono dovute a:

- *campanilismi*
- diffidenza del “*troppo grande*”

Le argomentazioni a favore del mantenimento dello status quo sono:

- la *non qualità* del servizio
- il *flusso di cassa* garantito
- indotto legato alla *realizzazione* delle opere
- *gratuità* degli usi idrici pubblici
- timore di futuri indiscriminati *amenti* della tariffa
- riconoscimento delle *valore* delle opere date in uso

### ERRORI DELLA LEGGE:

- 1) Non sono stati indicati i *tempi* necessari per *completare* lo start-up (scontato avvio immediato)
- 2) Data per scontato la redazione del piano d'ambito, ma **pianificazione** non si può fare a *tavolino*!

**QUALITA' DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO**: è buono se c'è equilibrio tra diverse esigenze contrastanti:

<i>Chi</i>		<i>Richieste</i>
<u>Utenti</u>	Chi usa il servizio	- minimizzare la tariffa - avere dotazioni coincidenti con i propri bisogni - minimizzare tempi di risposta a proprie richieste (ex n.verde)
<u>Cittadini</u>	Soggetti interessati nel territorio	- minimizzare i prelievi di risorse dall'ambiente - massimizzare la qualità delle risorse restituite - massimizzare l'occupazione
<u>Gestore</u> del servizio idrico integrato		- massimizzare gli utili

- **D.Lgs. 152/99**: Le **regioni** redigono, adottano e approvano i *piani di tutela* delle acque, designano le *aree sensibili* ed individuano le *zone vulnerabili* ai nitrati, trasmettendo all'**APAT** le informazioni sullo stato di qualità delle acque. I piani di tutela, che si collocano all'interno della pianificazione territoriale a scala di bacino idrografico, si pongono la conoscenza delle problematiche ambientali e territoriali, definiscono gli obiettivi da raggiungere e quindi le azioni e i programmi da attuare.
- **D.Lgs. 152/06**: “*Norme in materia ambientale*” (sorta di testo unico):
  - Ridefiniti rispetto alla legge precedente alcuni *termini* (come “scarico” e la sostituzione di “attività economica” con “attività produttiva”, più specifico);
  - Introduzione di un criterio qualitativo e non di provenienza per la differenziazione delle *acque di scarico* (reflue industriali diverse da quelle meteoriche non connesse con le attività nello stabilimento)
  - delimitazione di *otto distretti idrografici* secondo criterio di omogeneità territoriale/amministrativa
  - piano di tutela => regione; piano di gestione => distretto
  - è l'*ATO* e non più il comune a rilasciare l'autorizzazione agli scarichi

### ERRORI DELLA LEGGE:

- 1) *Incongruenza* con norme comunitarie
- 2) *Discontinuità* con sistema precedente

Emanate diverse norme correttive.

## **NODI CRITICI ALLO STATO ATTUALE:**

- *contenuto e gerarchia* dei piani
- norme per *valutazione economica* e *partecipazione pubblica* (informazione, consultazione, no decisioni preconfezionate)
- procedure di *approvazione* dei piani
- natura giuridica e regolazione del *S.I.I.*

# TARIFFE

## EVOLUZIONE:

**Acquedotti:** fino all'emanazione della legge Galli le tariffe delle gestioni acquedottistiche erano considerate “prezzi amministrati”, soggetti alle *norme nazionali* stabilite dal CIP e applicate tramite il CPP; si voleva da un lato contenere le spinte *inflattive*, e dall'altro *coprire* almeno una discreta parte dei *costi* tramite le tariffe. Inoltre i sistemi erano estremamente *variabili* tra i vari comuni e anche al loro interno.

Nell'ottobre del '74 fu emanato il **Provvedimento CIP** nel quale venivano riformati i sistemi tariffari in città pilota (tra cui Roma, Napoli, Genova, ecc) con i seguenti obiettivi:

- semplificazione e *razionalizzazione* dei precedenti sistemi
- riequilibrio del rapporto *costi-ricavi*
- contenimento dei *consumi eccessivi* con struttura tariffaria “*a fasce*” e protezione di quelli *essenziali*
- concezione che i costi sono in gran parte *fissi* (volume d'acqua prepagato, minimo impegnato) e in parte minore *proporzionali*
- eliminazione di antichi *privilegi*

**Fognature e depurazioni:** inizialmente considerati servizi pubblici obbligatori *gratuiti*, come le strade. Dopo **Legge Merlin '76** si iniziò a far pagare il servizio tramite “*canone*” con natura tributaria, applicato all'80% dell'acqua fornita, calcolato in base a valori *fissati* per l'intera nazione e aggiornati con provvedimenti *legislativi*.

## LEGGE GALLI:

Si stabilisce che la tariffa è il corrispettivo del servizio in modo da assicurare la copertura totale dei costi di investimento ed esercizio. Introdotti 2 regimi normativi, *tariffe amministrate* (per convincere i comuni riluttanti alla trasformazione) e *autofinanziamento*, applicando il *metodo normalizzato* per definire le componenti di costo e la tariffa:

## METODO NORMALIZZATO:

1) La *tariffa media* (ovvero la somma delle entrate) deve essere uguale alle seguenti *componenti di costo* dell'anno precedente:

- costi operativi ( C )
- costo di ammortamento degli investimenti ( A )
- remunerazione del capitale investito ( R )

considerando il tasso programmato di inflazione (  $\pi$  ) e il limite di prezzo ( k ) :

$$T_n = (C + A + R)_{n-1} \cdot (1 + k + \pi)$$

Il valore di k, variabile dal 7% al 25%, è calcolato in base alla tariffa dell'anno precedente ed ha un tetto massimo (*price cap*). Limitando gli aumenti, è possibile nei primi anni di gestione essere in perdita (non fronteggiare i costi con tariffe basse).

2) I *costi operativi di progetto* (CP) non possono superare del 30% quelli *operativi di riferimento* (CR) che dovrebbero simulare i costi teorici sostenuti da un ipotetico *gestore efficiente* per garantire il servizio:

$$CP_n \leq CR \cdot (1 + 30\%)$$

3) La componente dei *costi operativi* in tariffa deve aver registrato una *diminuzione* rispetto all'anno precedente a causa del miglioramento dell' *efficienza* della gestione del servizio; la misura del recupero di efficienza (  $\alpha$  ) varia dallo 0,5% al 2% e dipende in maniera proporzionale dal rapporto tra CP e CR:

$$CP_n \leq CP_{n-1} \cdot (1 - \alpha)$$

4) La *tariffa reale media del primo anno* di gestione (T1) non può essere superiore a quella *media ponderata* (TMP) delle gestioni preesistenti considerando sempre l'inflazione e il coefficiente k:

$$T_1 \leq TMP \cdot (1 + k + \pi)$$

con TMP data dal rapporto tra il *fatturato* delle gestioni preesistenti per la *fornitura* dei servizi di acqua, fognatura e depurazione e il volume d'acqua potabile venduto.

Ora il 100% dell'acqua si considera destinato alla fognatura, la quale è pagata considerando anche la depurazione; se *manca* il depuratore l'utenza *pagherà* lo stesso, MA il denaro non è registrato come normale entrata, bensì è *vincolato* come patrimonio da usare per realizzare un servizio futuro (compensi per l'inquinamento).

#### ARTICOLAZIONE DELLA TARIFFA:

Differenziazione possibile:

- 1) per *gestione di provenienza* (ogni comune ne ha una); sconsigliato, cesserebbe il concetto di reciproca assistenza
- 2) per *servizi* (Acquedotto, 50%, Fognatura, 35% Depurazione, 15%)
- 3) per *fasce di consumo* (sistema tariffario a fasce):

l'importo della bolletta trimestrale è esprimibile da  $B = Q(v_2) + [r_1 v_1 + (v_2 - v_1) + r_3 v_3 + r_4 v_4 + r_5 v_5] t_2$  con:

- $v_1$  e  $t_1$ : volume e tariffa relativa agli usi domestici essenziali
- $v_2$  e  $t_2$ : volume e tariffa di contratto scelto dall'utente entro campi prestabiliti (compreso tra  $v_1$  e  $2 v_1$ )
- $v_3..v_5$  e  $t_3..t_5$ : volume e tariffe per ogni livello di eccedenza
- $r_i = t_i / t_2 =$  rapporti tariffari rispetto alla tariffa base

#### EVOLUZIONE:

Prima esisteva un contatore solo per il fabbricato (acqua considerata merce povera che non valeva la pena dividere), ora invece uno per ogni famiglia per migliori controlli.

Ora quote F e D sono tariffe e non canoni (di natura fiscale esenti da IVA).

# TIPI DI TUBAZIONI

“Non esiste il tipo di tubo adatto per tutte le applicazioni; non conviene risparmiare sul costo del tubo, che è irrisorio rispetto all'importo complessivo dell'opera”.

## 1. GRES CERAMICO

**MATERIALE:** argilla, acqua (ecologico e naturale)

**LAVORAZIONE:** stoccato, lavorato, trafilato e cotto. Si può realizzare parete in cls e rivestire con mattoni, oppure adottare *microtunneling* (scavo e infilo)

**CARATTERISTICHE:**

- BASSA *scabrezza*
- OTTIMA *resistenza alla corrosione*, a quasi tutti gli attacchi acidi
- OTTIMA *tenuta idraulica* dovuta alla IMPERMEABILITA' del *tubo* (greificazione a 1050°) e da GIUNZIONE m/f a *cordone/bicchiera* semplice grazie a guarnizione

**USI:** Molto adatti per le *condotte fognarie* a causa della resistenza a *corrosione*, alla *tenuta* idraulica (importante per evitare *sifonamenti*, *inquinamento* e *drenaggio* falda che porterebbe eccessive portate al depuratore)

## 2. PVC

**MATERIALE:** Cloruro di Vinile (43% etilene, 57% Cloro)

**LAVORAZIONE:** polimeri in granuli, scaldati producono pasta lavorabile. Estrusione e raffreddamento, marchiatura (x qualità) e taglio. Giunzione a *bicchiera* con anello di tipo *block* non rimovibile.

**CARATTERISTICHE:**

- BASSI *costi di produzione, trasporto e posa in opera*
- BASSA *tenuta idraulica e resistenza meccanica* (ovalizzabile)

## 3. GHISA

– **GRIGLIA:**

**MATERIALE:** Carbonio in forma di lamelle dentro a matrice ferritica.

**LAVORAZIONE:** colata in sabbia con giunti di piombo, poi centrifugata (più raffinata), poi zincatura di protezione (rimarginatura lesioni), poi aggiunta malta cementizia per rivestimenti interni (tubo più liscio e passivazione ghisa contro corrosione)

**CARATTERISTICHE:** Le lamelle sono una via preferenziale per le fratture, *fragile*

– **SFEROIDALE:**

**MATERIALE:** Carbonio cristallizzato in forma di piccole sfere, no propagazione delle fratture

**CARATTERISTICHE:**

- ELEVATA *elasticità*
- ELEVATA *duttilità*: sopporta grandi deformazioni
- ELEVATA *leggerezza*
- ELEVATA *resistenza meccanica*: sopporta grandi deformazioni, ottima capacità di tenuta alle elevate pressioni, ottimo comportamento contro schiacciamento, fessurazione, ovalizzazione, elevate coperture massime
- ALTAMENTE *riciclabile* e riutilizzabile senza degrado proprietà
- *Giunto rapido*: ottima tenuta alla pressione, possibilità di deviazioni angolari elevate, rispetto della livelletta, flessibilità e resistenza a taglio, facilità di posa tramite spinta e bassi costi, protezione da penetrazione radici

## 4. ACCIAIO

**MATERIALE:** Ferro + carbonio

**LAVORAZIONE:** pasta estrusa; pezzi speciali costruiti tagliando pezzi di tubi e risaldandoli, disegnati singolarmente e portati in fonderia, con saldature controllabili

**CARATTERISTICHE:** materiale “generoso”:

- ELEVATE *resistenze meccaniche*, ex. elevate pressioni e moto vario (colpi d'ariete)

- *giunti saldabili*, crea specie di trave continua ottima per terreni con problemi di movimento o frane (non è sfilabile)
- **BASSA resistenza alla corrosione elettrochimica**, sia interna che esterna (fenomeni di *pitting* su tubazioni non adeguatamente protette, ex. ambiente marino). Si ovvia con rivestimenti di bitume, vetroflex o di tipo plastico.

**USI:** condotte in pressione (reti di acquedotti, condotte di mandata, sifoni)

## 5. POLIETILENE E POLIPROPILENE (PE e PP)

**CONFRONTO CON PVC:** PVC ha maggiore modulo elastico, minore spessore, peso, costo e resistenza agli urti, ma molta attenzione a posa in opera

**TIPOLOGIE:** liscio compatto, strutturato spiralato e corrugato

**RICHIESTE:** a causa delle negligenze nella fase di *posa*, la maggiore affidabilità voluta porta al

mantenimento della flessibilità a fronte di un irrigidimento anulare:  $S_R = \frac{E \cdot I}{D_m^3}$  maggiore affidabilità su

scavi a profondità ridotta, sicurezza in caso di interventi futuri

**CARATTERISTICHE:** E(PE) > 800 MPa, E(PP) > 1700 MPa. PP ha maggiore resistenza a shock termici, utili ad ex in scarichi molto caldi. Raccordi a serraggio meccanico, stampati, a elettrofusione, saldatura testa-testa

**POSA IN OPERA:** PE: trincea stretta, perforazione guidata, pipe bursting (frantumazione tubazione esistente), no-sand, ploughing (aratro)

**PROBLEMI:** danneggiamenti sulla superficie esterna, pietre che creano una pressione localizzata, meccanismo di crescita lenta della frattura

## 6. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO E PRECOMPRESSO

**COSTRUZIONE:** I primi tubi in c.a.o. realizzati in Italia dalla Società Vianini tramite tecnica della centrifugazione, negli anni '30 sono stati brevettati anche quelli in c.a.p.

– **SISTEMI TRADIZIONALI:**

Centrifugazione tramite rotazione di stampi entro i quali è stata preliminarmente posizionata la gabbia di armatura. Messa in rotazione, il cls è uniformemente distribuito nello stampo da un nastro trasportatore e costipato dalla centrifugazione, spesso accompagnata da compattazione tramite asse di rullatura interno allo stampo.

I tubi in c.a.p. di tipo monolitico sono poco diffusi per il costo di fabbricazione:

- 1) getto effettuato in forme fisse in acciaio poste in verticale; quella interna rivestita da camicia di gomma, quella esterna frazionata in più settori. Nell'intercapedine si predispose l'armatura elicoidale che quella longitudinale fatta con tiranti pretesi;
- 2) Dopo il getto e la costipazione, la camicia interna viene fatta espandere con acqua a pressione, comprimendo il cls il quale trascina l'armatura elicoidale realizzando la pretensione dell'armatura;
- 3) Tubo sottoposto a stagionatura accelerata e quindi alla sformatura (trasferimento su macchina di cerchiatura per precompressione trasversale e protezione con rivestimento cementizio) e collaudo

– **INNOVAZIONI TECNOLOGICHE:**

Inventato il TAD ad armatura diffusa in c.a.o., con armature trasversali e longitudinali costituite da un elevatissimo numero di fili sottili di acciaio uniformemente distribuite; si possono quindi realizzare pareti da spessore ridotto adatti a pressioni di esercizio anche elevate

**CARATTERISTICHE:**

- **BASSA scabrezza**
- **BASSA attaccabilità** dalle acque convogliate
- **ALTA protezione** dei rivestimenti
- **ALTA resistenza a pressione e carichi** esterni
- **ALTA elasticità** a causa dei giunti
- **ALTA tenuta** idraulica
- **BASSI costi** di produzione e posa, quasi nulli quelli di manutenzione (alta durabilità materiale), spesso non considerati a causa del maggiore costo iniziale rispetto ad altri materiali

**USI:** costruzione di condotte di medio e grande diametro, sia gettate in opera che per giunzione di elementi prefabbricati, idonee al trasporto dell'acqua per grandi infrastrutture idriche, irrigazione, raffreddamento impianti.